

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-148326

(43)Date of publication of application : 22.05.2002

(51)Int.Cl.

G01S 5/14
H04B 1/707

(21)Application number : 2000-343056

(71)Applicant : JAPAN RADIO CO LTD

(22)Date of filing : 10.11.2000

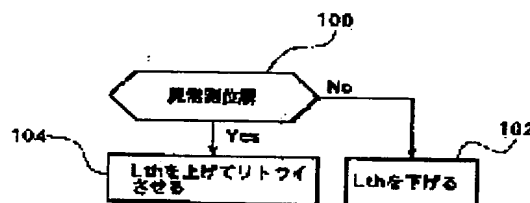
(72)Inventor : TANDA KAZUTADA

(54) POSITIONING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a positioning device capable of detecting a correlation peak accurately regardless of whether a signal is feeble or not, and acquiring an accurate positioning result.

SOLUTION: When an abnormal positioning solution appears in the positioning result (100), a correlation determination threshold L_{th} used for correlation peak detection is changed to a higher value, and the operation for establishing code phase synchronization is re-executed (104). When the abnormal positioning solution is not detected, the correlation determination threshold L_{th} is changed to a lower value (102), and detection of the correlation peak is enabled even in the case of a feeble signal. As a technique for detecting the abnormal positioning solution from the positioning result, various processing functions can be loaded, such as that by detection of a physical state which a moving body where the positioning device is loaded can not take or hardly takes, or that corresponding to a scheduled using environment of the moving body, or the like.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-148326
(P2002-148326A)

(43) 公開日 平成14年5月22日 (2002. 5. 22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 S	5/14	G 0 1 S	5 J 0 6 2
H 0 4 B	1/707	H 0 4 J	D 5 K 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

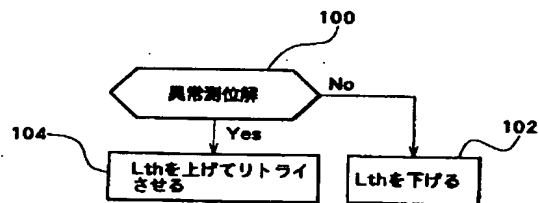
(21) 出願番号	特願2000-343056(P2000-343056)	(71) 出願人	000004330 日本無線株式会社 東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号
(22) 出願日	平成12年11月10日 (2000. 11. 10)	(72) 発明者	反田 和忠 東京都三鷹市下連雀五丁目1番1号 日本無線株式会社内
		(74) 代理人	100075258 弁理士 吉田 研二 (外2名)
		Fターム(参考)	5J062 BB01 BB02 BB03 CC07 DD05 DD14 DD23 5K022 EE01 GG03

(54) 【発明の名称】 測位方法

(57) 【要約】

【課題】 弱信号であるか否かによらず正確に相関ピークを検出することができ、正確な測位結果を得ることができる測位装置を実現する。

【解決手段】 測位結果に異常測位解が現れた場合に(100)、相関ピーク検出に用いる相関判定しきい値 L_{th} をより高い値へと変化させ、コード位同期を確立するための動作を再実行させる(104)。異常測位解が検出されなかった場合は相関判定しきい値 L_{th} をより低い値へと変更し(102)、弱信号時でも相関ピークを検出できるようにする。測位結果から異常測位解を検出する手法としては、測位装置の搭載先移動体がとり得ない或いはとることが困難な物理的状態の検出によるもの、その移動体の予定使用環境に応じたもの等、様々な処理機能を搭載することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所要個数以上の測位衛星を選び、選んだ測位衛星からの受信信号に対しスペクトル逆拡散コードとの相関判定を通じてコード位同期を確立し、コード位同期が確立された受信信号を復調して得られるデータ及びコード位同期確立時のコード位相に基づき、現在位置を含む測位結果を導出する測位方法において、コード位同期が正確に確立されているか否かを測位結果に基づき判定し、

コード位同期が正確に確立されていると判定された場合は比較的低くなり、そうでないと判定された場合は比較的高くなるよう、上記相関判定に用いる相関判定しきい値を上記判定の結果に応じて適応設定することを特徴とする測位方法。

【請求項2】 請求項1記載の測位方法であって、移動体上に搭載された測位装置により実行される測位方法において、測位結果が、搭載先の移動体では実現し得ない若しくは実現される可能性が低い物理的状態、その移動体に関し予定されていない使用環境、その測位結果を導出するために用いた測位衛星との位置関係に関する矛盾、又は別途実行された処理の結果に対する矛盾を示している場合に、コード位同期が正確に確立されていないと判定することを特徴とする測位方法。

【請求項3】 請求項1又は2記載の測位方法において、

現在又は近い将来にてコード位同期が確立される確率が高いコード位相を、それ以前におけるコード位同期の確立状況に基づき、測位衛星毎に推定し、

現在又は近い将来にてコード位同期が確立される確率が高いコード位相に関しては他のコード位相よりも低くなるよう、相関判定しきい値を上記推定の結果に応じて適応設定することを特徴とする測位方法。

【請求項4】 所要個数以上の測位衛星を選び、選んだ測位衛星からの受信信号に対しスペクトル逆拡散コードとの相関判定を通じてコード位同期を確立し、コード位同期が確立された受信信号を復調して得られるデータ及びコード位同期確立時のコード位相に基づき、現在位置を含む測位結果を導出する測位方法において、現在又は近い将来にてコード位同期が確立される確率が高いコード位相を、それ以前におけるコード位同期の確立状況に基づき、選んだ測位衛星毎に推定し、現在又は近い将来にてコード位同期が確立される確率が高いコード位相に関しては他のコード位相よりも低くなるよう、上記相関判定に用いる相関判定しきい値を上記推定の結果に応じて適応設定することを特徴とする測位方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、測位衛星からの受

信信号に対するスペクトル逆拡散コードのコード位同期を確立し測位を実行する測位方法に関する。なお、本願では、車両、船舶、航空機等の乗物や人間等の生物を含め、測位装置を移動させることが可能な物体を総称して「移動体」と呼ぶ。また、移動体による測位装置の運搬や携帯を総称してその移動体への「搭載」と呼ぶ。更に、測位システムの例としてGPS(Global Positioning System)を例示するが、本発明はスペクトル逆拡散コードとの相関判定による捕捉・追尾及びその結果を利用した測位処理を伴う他種のシステムにも、適用できる。その種のシステムとしては、GPS以外のGNSS(Global Navigation Satellite System)や、各種システムにより補強されたGNSS、例えばWAAS(Wide Area Augmentation System)等のSBAS(Satellite-Based Augmentation System)により補強されたWADGPS(Wide Area Differential GPS)がある。従って、GPS衛星の他、INMARSAT(International Mobile Satellite Organization)衛星等も、本願における「測位衛星」に該当しうる。スペクトル(逆)拡散コードの例としてGPSにおけるC/A(Coarse Acquisition)コードを例示するがP(Precision)コードにも原理上は適用できる。

【0002】

【従来の技術】 GPSでは、地球周回軌道上にあるGPS衛星から移動体に搭載されているGPS受信機へと、その信号の送信時刻、送信元のGPS衛星の軌道、各GPS衛星の軌道暦(概略軌道)等のデータを示す信号を送信する。この信号は、送信元のGPS衛星によりそのGPS衛星に固有のC/Aコード(又はPコード。以下同様)によるスペクトル拡散変調を施した信号であるため、GPS衛星から送信された信号に含まれる情報をGPS受信機にて利用するには、まずGPS衛星からの受信信号をスペクトル逆拡散変調し、しかる後データを復調しなければならない。また、復調したデータを用いてGPS受信機においてはその搭載先移動体の位置を測定する(測位する)には、送信元のGPS衛星からGPS受信機までの擬似距離を正確に測定しなければならない。

【0003】 そのため、GPS受信機では、測位に使用する所要個数以上のGPS衛星を選んだ上で、選んだGPS衛星に係るC/Aコードに対応したスペクトル逆拡散コードをコード発生器により発生させ、そのスペクトル逆拡散コードと受信信号との相関を相関器にて検出する。GPS受信機では、相関器にて相関ピークが検出されるよう、即ち受信信号に対するスペクトル逆拡散コードのコード位同期が確立されるよう、コード発生器におけるスペクトル逆拡散コードの発生位相(以下、単に「コード位相」と呼ぶ)を制御する。コード位同期が正しく確立されている状態では、相関器からスペクトル逆拡散変調された受信信号が得られるため、相関器出力を復調器に供給してGPS衛星からのデータを復調する

ことが可能である。また、コード位相同期が正しく確立されている状態におけるコード位相を、受信信号から復調したデータ等と結合させることにより、送信元のGPS衛星からGPS受信機までの擬似距離を求めることができる。

【0004】図9に、GPS受信機の回路及びソフトウェアのうち、コード位相同期に関連する部分を示す。GPS受信機は、通常、複数の受信チャンネルを内蔵しているが、ここでは図示の簡略化のため1チャンネル分のみを描いている。また、図示の機能部材のうち相関器10、コード発生器12及び復調器14が個別の受信チャンネルに属しているのに対し、処理制御部20は、複数の受信チャンネルに対する制御、複数の受信チャンネルから得られる情報に基づく測位処理、その結果得られる現在位置の出力等、複数の受信チャンネルに関連した統括的な機能を提供している。更に、図中の「受信信号」は、図示しないGPSアンテナにより受信され、受信チャンネルを構成する図示しない前段の回路にて処理された信号である。相関器10等の部材は、前段の回路から供給される受信信号のI、Q各成分に対応して設けるが、ここでは図示を省略している。そして、図示の回路及びソフトウェアは、集積回路及びそれに実装されたソフトウェアとして実現できる。

【0005】測位を実行する際には、処理制御部20が、まず測位に使用するGPS衛星を選択する。処理制御部20は、選択したGPS衛星にてスペクトル拡散変調に使用されているC/Aコードに対応するスペクトル逆拡散コードを、コード発生器12により発生させ、相関器10に入力させる。相関器10は、このスペクトル逆拡散コードと受信信号との相関を検出する。

【0006】各GPS衛星にてスペクトル拡散変調に使用されるC/Aコードは、gold符号と呼ばれる系列に属する擬似雑音コードであり、かつGPS衛星毎に固有となるよう定められている。また、そのコード長は1023チップ、レートは1.023MHz、周期は1msである。従って、コード発生器12にて発生させたスペクトル逆拡散コードに対応するC/Aコードによりスペクトル拡散変調されている受信信号が相関器10に入力されており、かつ、そのスペクトル逆拡散コードの位相(チップ位置)がそのC/Aコードの位相(チップ位置)と一致している状態では、相関器10にて検出される相関はピークを迎える。

【0007】処理制御部20は、相関器10の出力に基づきコード発生器12におけるコード位相を変化させ、相関器10にて検出される相関がピークとなるコード位相を検出することによって、即ちコード位相同期を確立することによって、測位に使用するGPS衛星を捕捉する。また、処理制御部20は、受信信号におけるC/Aコードの位相の変化に追従してコード発生器12におけるコード位相を変化させることによって、測位に使用す

るGPS衛星を追尾する。復調器14は、GPS衛星から送信されたデータを、コード位相同期が確立されている状態における受信信号(相関器10の出力)から復調し、処理制御部20に供給する。処理制御部20は、コード位相同期が確立されている状態におけるコード位相及び復調器14にて復調されたデータを用いて、周知の原理による測位を行い、その結果たる現在位置等の情報を出力する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のGPS受信機には、相関器10の出力における相関ピークを処理制御部20にて相関器10の出力と所定の相関判定しきい値との比較により検出していたため、相関ピークが現れるコード位相(チップ位置)を検出できない場合があった。

【0009】まず、図10(a)の横軸はコード発生器12におけるコード位相(チップ位置)を示しており、縦軸は相関器10の出力を概念的に示している。図10(b)に示すコード発生器12の出力(図中の「発生コード」)のコード位相が、同図(c)に示すように受信信号に係るC/Aコード(図中の「受信コード」)のコード位相と一致しているとき、そのチップ位置において、相関器10の出力に同図(a)中に示す強い相関ピークPk1が現れる。これに対して、発生コードのコード位相が図10(d)に示すように受信コードのコード位相と一致していない場合であっても、同図(a)に示す弱い相関ピークPk2が現れることがあり(弱い自己相関によるピーク)、また、同図(e)に示すように発生コードに係る衛星とは異なるGPS衛星からの受信信号との間でも同様の弱い相関ピークPk2が現れることがある(異種コード間の相互相関によるピーク)。

【0010】このような原因による相関ピークPk2の検出を以て、受信コードに対する発生コードの位相同期が確立されたものとして扱うのでは、処理制御部20にて擬似距離を正確に求められないだけでなく、復調器14からも正しいデータが得られず、従って処理制御部20にて現在位置を正しく求めることができない。そのため、従来から、異チップ位置での自己相関又は異種コードとの相互相関による相関ピークPk2を検出して追尾動作に移行してしまうことを防ぐため、図10(a)に示すように、相関判定しきい値Lthを、相関ピークPk2より高くかつ相関ピークPk1より低くなるよう設定し、相関器10の出力がこの相関判定しきい値Lthを上回っていることを以てコード位相同期確立として扱うようにしていた。

【0011】しかし、相関器10の出力低下は、何らかの原因で相関器10への受信信号入力レベルが低下している弱信号時にも、生じうる。即ち、図11中にPk3として描かれているように、弱信号時には、捕捉しようとしているGPS衛星からの受信信号との相関を正しい

チップ位置で検出しているにもかかわらず、相関器10の出力が相関判定しきい値 L_{th} よりも低くなってしまうことがある。この弱信号による相関ピーク P_{k3} は、相関判定しきい値 L_{th} との比較によっては検出できない。

【0012】本発明は、このような問題点を解決することを課題としてなされたものであり、弱信号時であってもコード位同期に係るコード位相を正確に検出でき、従って市街地等のように電波環境がよくない地域でも性格かつ迅速に測位できるようにすることを、その目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明は、所要個数以上の測位衛星を選び、選んだ測位衛星からの受信信号に対しスペクトル逆拡散コードとの相関判定を通じてコード位同期を確立し、コード位同期が確立された受信信号を復調して得られるデータ及びコード位同期確立時のコード位相に基づき、現在位置を含む測位結果を導出する測位方法において、コード位同期が正確に確立されているか否かを測位結果に基づき判定し、コード位同期が正確に確立されていると判定された場合は比較的低くなり、そうでないと判定された場合は比較的高くなるよう、上記相関判定に用いる相関判定しきい値を上記判定の結果に応じて適応設定することを特徴とする。

【0014】即ち、コード位同期が一旦正確に確立されたのであれば、その後暫くは、そのときのコード位相と同じ又はそれに近い位相にてコード位同期を維持できると見なせるため、本発明においては、そのような場合に相関判定しきい値を低め、弱信号でも正しくコード位同期を確立維持できるようにしている。また、本発明においては、コード位同期が正確に確立されていないときに相関判定しきい値を高めることにより、異チップ位置における弱い自己相関又は異種コードとの相互相関を誤って検出してしまうことを、防いでいる。更に、本発明においては、コード位同期が正確に確立されているか否かを、本発明の実行環境である測位装置自身にて得られる測位結果に基づき（即ち特別な情報の入力や特別な演算の実行なしに）判定しているため、従来から搭載されている処理機能に大きな変更や追加を施すことなく、本発明を実施することができる。

【0015】また、測位装置が移動体に搭載されている場合、コード位同期が正確に確立されているか否かを測位結果に基づき判定する方法としては、第1に、測位結果が搭載先の移動体では実現し得ない若しくは実現される可能性が低い物理的状態を示している場合に、コード位同期が正確に確立されていないと判定する、という方法がある。その例は、後述の移動枠（及びその例外処理としての電源オン枠）や高度枠である。第2に、測位結果が搭載先の移動体に関し予定されていない使用環

境を示している場合に、コード位同期が正確に確立されていないと判定する、という方法がある。その例は、後述の地域枠や高度枠である。第3に、測位結果がその測位結果を導出するために用いた測位衛星との位置関係に関する矛盾を示している場合に、コード位同期が正確に確立されていないと判定する、という方法がある。その例は、後述の擬似距離残差チェックである。第4に、測位結果が別途実行された処理の結果に対する矛盾を示している場合に、コード位同期が正確に確立されていないと判定する、という方法がある。その例は、後述のRAIMである。

【0016】更に、上述のように測位結果に基づく判定の結果に応じ相関判定しきい値を適応設定する際、好ましくは、相関判定しきい値を測位衛星毎に設定する。更に、現在又は近い将来にてコード位同期が確立される確率が高いコード位相については、それ以前におけるコード位同期の確立状況に基づき、選んだ測位衛星毎に推定することができる。そのため、本発明においては、好ましくは、その推定の結果に応じ、現在又は近い将来にてコード位同期が確立される確率が高いコード位相に関しては他のコード位相よりも低くなるよう、相関判定しきい値を適応設定する。これらによって、コード位同期が正確に確立されているか否かに関する測位結果に基づく判定を、より正確化できる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態に関し図面に基づき説明する。なお、本発明は図9に示す装置環境下で実施することができるため、以下の説明では図9に示す装置環境を想定する。

【0018】図1に、本発明の一実施形態における処理制御部20の機能構成を示す。図中、衛星選択部20aは、測位に使用すべきGPS衛星を所要個数以上選択する。この選択は、使用者により初期設定される位置或いは前回の測位出力たる位置や、メモリ20gにより記憶されている軌道暦情報に基づき、行われる。また、車両等の移動体に搭載される場合は三次元測位のため4個以上のGPS衛星を選択する。船舶のようにその高度が常時一定とみなせる移動体に搭載される場合は、二次元測位でもかまわないため選択個数を3個とすることもできる。

【0019】キャリア・コード制御部20bは、受信信号に対する同期を確立維持できるように、図示しないキャリア発生器やコード発生器12を制御する。特に、コード発生器10の制御に際しては、まず、衛星選択部20aにより選択されたGPS衛星に係るC/Aコードに対応したスペクトル逆拡散コードを、各受信チャネルのコード発生器12により発生させる。更に、コード発生器12におけるコード位相を制御しつつ相関器10の出力を相関判定しきい値 L_{th} と比較することによって、相関ピークが得られるコード位相を検出する。これによっ

チップ位置で検出しているにもかかわらず、相関器10の出力が相関判定しきい値 L_{th} よりも低くなってしまうことがある。この弱信号による相関ピーク P_k3 は、相関判定しきい値 L_{th} との比較によっては検出できない。

【0012】本発明は、このような問題点を解決することを課題としてなされたものであり、弱信号時であってもコード位同期期に係るコード位相を正確に検出でき、従って市街地等のように電波環境がよくない地域でも性格かつ迅速に測位できるようにすることを、その目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明は、所要個数以上の測位衛星を選び、選んだ測位衛星からの受信信号に対しスペクトル逆拡散コードとの相関判定を通じてコード位同期期を確立し、コード位同期期が確立された受信信号を復調して得られるデータ及びコード位同期期確立時のコード位相に基づき、現在位置を含む測位結果を導出する測位方法において、コード位同期期が正確に確立されているか否かを測位結果に基づき判定し、コード位同期期が正確に確立されていると判定された場合は比較的低くなり、そうでないと判定された場合は比較的高くなるよう、上記相関判定に用いる相関判定しきい値を上記判定の結果に応じて適応設定することを特徴とする。

【0014】即ち、コード位同期期が一旦正確に確立されたのであれば、その後暫くは、そのときのコード位相と同じ又はそれに近い位相にてコード位同期期を維持できると見なせるため、本発明においては、そのような場合に相関判定しきい値を低め、弱信号でも正しくコード位同期期を確立維持できるようにしている。また、本発明においては、コード位同期期が正確に確立されていないときに相関判定しきい値を高めることにより、異チップ位置における弱い自己相関又は異種コードとの相互相関を誤って検出してしまうことを、防いでいる。更に、本発明においては、コード位同期期が正確に確立されているか否かを、本発明の実行環境である測位装置自身にて得られる測位結果に基づき（即ち特別な情報の入力や特別な演算の実行なしに）判定しているため、従来から搭載されている処理機能に大きな変更や追加を施すことなく、本発明を実施することができる。

【0015】また、測位装置が移動体に搭載されている場合、コード位同期期が正確に確立されているか否かを測位結果に基づき判定する方法としては、第1に、測位結果が搭載先の移動体では実現し得ない若しくは実現される可能性が低い物理的状態を示している場合に、コード位同期期が正確に確立されていないと判定する、という方法がある。その例は、後述の移動枠（及びその例外処理としての電源オン枠）や高度枠である。第2に、測位結果が搭載先の移動体に関し予定されていない使用環

境を示している場合に、コード位同期期が正確に確立されていないと判定する、という方法がある。その例は、後述の地域枠や高度枠である。第3に、測位結果がその測位結果を導出するために用いた測位衛星との位置関係に関する矛盾を示している場合に、コード位同期期が正確に確立されていないと判定する、という方法がある。その例は、後述の擬似距離残差チェックである。第4に、測位結果が別途実行された処理の結果に対する矛盾を示している場合に、コード位同期期が正確に確立されていないと判定する、という方法がある。その例は、後述のRAIMである。

【0016】更に、上述のように測位結果に基づく判定の結果に応じ相関判定しきい値を適応設定する際、好ましくは、相関判定しきい値を測位衛星毎に設定する。更に、現在又は近い将来にてコード位同期期が確立される確率が高いコード位相については、それ以前におけるコード位同期期の確立状況に基づき、選んだ測位衛星毎に推定することができる。そのため、本発明においては、好ましくは、その推定の結果に応じ、現在又は近い将来にてコード位同期期が確立される確率が高いコード位相に関しては他のコード位相よりも低くなるよう、相関判定しきい値を適応設定する。これらによって、コード位同期期が正確に確立されているか否かに関する測位結果に基づく判定を、より正確化できる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態に関し図面に基づき説明する。なお、本発明は図9に示す装置環境下で実施することができるため、以下の説明では図9に示す装置環境を想定する。

【0018】図1に、本発明の一実施形態における処理制御部20の機能構成を示す。図中、衛星選択部20aは、測位に使用すべきGPS衛星を所要個数以上選択する。この選択は、使用者により初期設定される位置或いは前回の測位出力たる位置や、メモリ20gにより記憶されている軌道暦情報に基づき、行われる。また、車両等の移動体に搭載される場合は三次元測位のため4個以上のGPS衛星を選択する。船舶のようにその高度が常時一定とみなせる移動体に搭載される場合は、二次元測位でもかまわないため選択個数を3個とすることもできる。

【0019】キャリア・コード制御部20bは、受信信号に対する同期を確立維持できるよう、図示しないキャリア発生器やコード発生器12を制御する。特に、コード発生器10の制御に際しては、まず、衛星選択部20aにより選択されたGPS衛星に係るC/Aコードに対応したスペクトル逆拡散コードを、各受信チャネルのコード発生器12により発生させる。更に、コード発生器12におけるコード位相を制御しつつ相関器10の出力を相関判定しきい値 L_{th} と比較することによって、相関ピークが得られるコード位相を検出する。これによ

て目的とするGPS衛星を捕捉した後は、コード発生器12におけるコード位相の変更単位を小さくする等の手続を経た上で、引き続き相関ピーク検出及びコード位相制御を行い、捕捉したGPS衛星を追尾する。

【0020】測位演算部20cは、キャリア・コード制御部20bからコード位相同期状態におけるコード位相を得る一方で、復調器14によって復調されたデータ等を入力し、それらに基づき擬似距離、更には現在位置等を算出し、その結果を出力する。なお、図中のタイム20fは、GPS受信機の動作タイミングを決める部材であり、通常は処理制御部20外に設けられている基準発振器の出力に基づきそのタイミングを発生させる。図中のメモリ20gは軌道暦情報や各種の設定情報が初期的に格納され又は動作開始後に収集記憶されるメモリである。

【0021】図1に示した機能構成のうち特徴的な部分は、主として、異常測位解検出部20e及びコード位相推定部20d並びにそれらに関連した各部分である。コード位相推定部20dは、GPS衛星からの信号が建物・樹木・トンネル等によりブロッキングされている期間におけるコード位相の推移を、それに先立つ期間におけるコード位相の推移から、推定する。例えば、図2に示すように、あるGPS衛星からの信号を時刻 $t = t_3$ で受信或いは捕捉できなかったときは、それ以前の所定期間例えば時刻 $t = t_0 \sim t_2$ の期間について、コード位相同期が確立したコード位相の移動平均値等を求め、それを以て例えば時刻 $t = t_3$ 或いは t_4 におけるコード位相を推定する。この推定結果に基づきキャリア・コード制御部20bを動作させること、特に、推定したコード位相付近を重点としてコード発生器12におけるコード位相を変化させることや、推定したコード位相及びその付近に関してその他の位相に比べ相関判定しきい値 L_{th} の値を低くしておくことにより、ブロッキングの影響を受けて弱信号となっている信号でも迅速かつ正確にコード位相同期を確立することができる。

【0022】異常測位解検出部20eは、測位演算部20cによって得られる測位出力中の異常測位解を検出する。ここでいう異常測位解とは、GPS受信機の搭載先移動体では実現し得ないような或いは実現される可能性が少ないと見なせる物理的な状態を示す測位結果や、搭載先の移動体に関し予定されていない使用環境を示す測位結果や、その測位結果を導出するために用いたGPS衛星との位置関係に関する矛盾を示す測位結果や、他の測位結果との間に矛盾を有する測位結果等、コード位相同期が正確に確立されているかどうかに関して合理的な疑いをもたらす測位結果のことを言う。本実施形態にて着目している点は、異チップ位置における弱い自己相関又は異種コードとの相互相関により相関器10の出力に現れた低い“ピーク”が誤って相関ピークとして検出されたときに、このような異常測位解がもたらされる点で

ある。本実施形態では、この着目点から、異常測位解検出に依り相関判定しきい値 L_{th} を上げて異常測位解を排除し、そうでないときは相関判定しきい値 L_{th} を下げて弱信号を捕捉できるようにしている。

【0023】即ち、図3に示すように、異常測位解検出部20eは、測位演算部20cから出力される出力結果やメモリ20gにより記憶されている情報に基づき異常測位解の検出を実行する(100)。異常測位解が検出されなかった場合は、弱信号でも捕捉・追尾することができるよう、キャリア・コード制御部20bに対して相関判定しきい値 L_{th} を十分低い値とするよう指令する(102)。逆に、異常測位解が検出された場合には、相関判定しきい値 L_{th} をより高い値とし、コード位相同期確立動作を再度実行させる(104)。このように、異常測位解検出時に相関判定しきい値 L_{th} をより高い値としてコード位相同期確立動作を再実行させることにより、誤ったチップ位置でコード位相同期を確立してしまったために生じる異常測位解や、他のGPS衛星に係る受信信号との間でコード位相同期を誤って確立してしまった場合に生じる異常測位解を排除し、正確な測位結果を得ることができる。また、異常測位解を検出していないときには相関判定しきい値 L_{th} を下げるようにしているため、弱信号をも捕捉できる。

【0024】異常測位解検出部20eにより採用し得る異常測位解検出論理としては、少なくとも、次のものを掲げることができる。

【0025】まず、GPS受信機を移動体に搭載している場合、通常はその移動体がとり得る速度に上限があることから、測位演算部20cによって得られる測位結果がその移動体では実現し得ない或いは実現困難な高い速度を示している場合に、これを異常測位解として扱うことができる。本願では、このような論理による異常測位解の検出を移動枠と呼ぶ。例えば、図4に示すように、時刻 $t = t_1$ における測位出力が位置 $P = P_1$ を示していたとする。また、時刻 $t = t_2$ における測位出力が位置 $P = P_2$ を示していたとする。この場合に $| (P_2 - P_1) / (t_2 - t_1) | > V_{max}$ であれば、時刻 $t = t_2$ における測位出力たる位置 $P = P_2$ は異常測位解であると認定することができる。そこで、位置 P_2 を導出するのに使用した各GPS衛星に係る相関判定しきい値 L_{th} を上げる。なお、この式における V_{max} は搭載先の移動体により実現し得る最高の速度である。搭載先移動体が車両であれば、例えば、 $360 \text{ km/h} = 100 \text{ m/s}$ とする。また、測位処理を周期的に実行している場合には、上式の左辺から時間による除算を取り除き右辺を最高速度 V_{max} から最大位置変化へと置き換え、測位実行周期における位置変化と最大位置変化との比較としてもよい。更に、GPS衛星からの信号に現れているドブラ変移を検出し、その結果得られる移動速度を単位時間あたりの位置変化と比較して異常測位解を検

出することが可能である。

【0026】また、移動枠の例外をなす処理として、電源オン枠処理を掲げることができる。これは、移動枠に係る判定動作にて異常測位解との判定が連続して N_{max} 回(N_{max} : 2以上の自然数)繰り返して生じた場合に、GPS受信機の電源がオフしている間に搭載先移動体が高速で運搬されたものと見なし、異常測位解ではないものとして扱う処理である。例えば、搭載先の移動体が車両であり、航空機等の高速移動体により運搬された場合には、運搬に要する時間が短い割に運搬による移動距離が大きいため、移動枠に係る処理では、その車両を走行させたのでは実現され得ない単位時間当たり移動距離であるので異常測位解である、と判定されてしまう。電源オン枠に係る処理機能を搭載していれば、移動枠に係る処理によって異常測位解と見なされてしまうことが少なくなる。

【0027】異常測位解を検出するための処理としては、更に、地域枠なる処理がある。この処理は、そのGPS受信機又は搭載先移動体の使用予定地域が予め想定されている場合に、その使用予定地域外の位置を示す測位結果が得られたとき、その測位結果を異常測位解として扱う処理である。例えば、日本国内仕様の車両にGPS受信機を搭載するのであれば、使用予定地域として日本国内が想定されているといえる。そのとき、図5に示すように日本国外を示す測位結果が得られたなら、地域枠に係る処理により、これを異常測位解として扱うこととする。また、搭載先移動体が陸上車両であるのに遠洋上を示す測位結果が得られているとき等も、地域枠により異常測位解として扱うこととする。搭載先移動体が船舶であるのに大陸上を示す測位結果が得られたときはこれを異常測位解とする。異常測位解の導出に使用されたGPS衛星については相関判定しきい値 L_{th} を高くする。このように、GPS受信機や移動体の使用環境との矛盾の検出によっても、異常測位解を検出できる。

【0028】異常測位解の検出処理としては、更に、高度枠がある。即ち、GPS受信機における測位結果としては高度又は深度に係る情報を得ることができ、また搭載先移動体が到達する高度又は深度はその移動体の種類等に応じた限界を有しているため、当該限界を越えた高度が測位により得られているときにそれを異常測位解として検出することができる。そのための処理機能を高度枠と呼ぶ。例えば、搭載先の移動体が陸上車両であるにもかかわらず高度10000mという測位結果が得られている場合には、その測位結果を異常測位解として扱う。同様に、深海外用舟艇でもないのに深度10000mという測位結果が得られている場合には、その測位結果を異常測位解として扱う(図6参照)。異常測位解の導出に使用されたGPS衛星については相関判定しきい値 L_{th} を高くする。

【0029】異常測位解を検出するための処理として、

更に、擬似距離残差チェックをあげることができる。まず、GPS衛星からの信号の送信時刻とGPS受信機における信号の受信時刻との差は、GPS衛星からGPS受信機までの信号伝搬に要する時間を表している。従って、この時間に光速を乗ずることにより、GPS衛星からGPS受信機までの距離を得ることができる。送信時刻及び受信時刻のうち送信時刻はGPS衛星からデータとして送信されるものであり、GPS衛星に搭載されているクロックが非常に高精度であることから、高い精度で得ることができる。しかしながら、受信時刻はGPS受信機にて発生させるクロックに基づく情報であり、このクロックがさほど正確ではないことから、GPS受信機における各GPS衛星からの信号の「受信時刻」を与える情報は、各GPS衛星に共通した一律の誤差成分を有している。これを、そのGPS受信機における共通オフセットと呼ぶ。更に、GPS受信機における「受信時刻」には、ノイズ等による誤差も含まれている。そのため、GPS受信機にて求められる擬似距離には、各GPS衛星に共通する共通オフセットに加え、ノイズ等による個別の誤差が含まれることとなる(図7参照)。これら、共通オフセットとノイズ等による誤差を加算して(又は更にこれを擬似距離で除して)得られる誤差(率)を、擬似距離残差と呼ぶ。擬似距離残差チェックは、測位に使用しているGPS衛星間でこの擬似距離残差を比較し、その結果GPS衛星間における擬似距離残差の相違が所定限度以上であることを以て、異常測位解と判定する処理である。異常測位解の導出に使用されたGPS衛星については相関判定しきい値 L_{th} を高くする。このように、測位結果とGPS衛星の位置関係の矛盾を利用して異常測位解を検出することもできる。なお、擬似距離残差チェックについては、特開平11-83978号公報等をも参照されたい。

【0030】異常測位解を検出する更に他の方法としては、RAIMなる処理がある。RAIMは、複数通りの測位結果を相互比較し、その間の矛盾を検出したときに異常測位解と見なし、異常測位解の導出に使用されたGPS衛星について相関判定しきい値 L_{th} を高くする処理である。例えば、図8に示すように、4個のGPS衛星SV1~SV4を選択して測位処理を行い、ある測位結果を得たとする。同時に、他の組み合わせ例えばGPS衛星SV2~SV5の組み合わせを用いて測位処理を行い、もう一つの測位結果を得たとする。GPS衛星SV1~SV5の全てについて正確にコード位同期を確立して正しくデータを復調したのであれば、両測位結果の間には、顕著な相違は表れない。しかし、いずれかのGPS衛星について正確なコード位同期を確立していないときには、無視し得ない相違が現れるであろう。RAIMを用いた異常測位解検出においては、このように複数通りの測位結果を得ておき、それらの間に所定限度以上の差があった場合に、異常測位解との判定を下す。

なお、上述のように三次元測位に際しては4個のGPS衛星を捕捉・追尾することができればよい一方、5個のGPS衛星を同時に捕捉・追尾している状態であれば4衛星の組合せを合計5通り設定することができるため、測位結果を原理上は5通り得ることができる。従って、上述のような測位結果間の比較を容易に実行することができる。

【0031】なお、特開平7-140224号公報には相関判定しきい値の可変制御・衛星毎設定に関する記載があるが、これは測位結果ではなく仰角に応じた設定である。また、相関判定しきい値をノイズレベルより高く設定する旨の記載があることからすれば、相関判定しきい値を低くして弱信号を捕捉できるようにする点については示唆すら有していないと認めるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態における処理制御部の機能構成を示すブロック図である。

【図2】 コード位相推定部の動作及び効果を示す概念図である。

【図3】 異常測位検出部の動作の流れを示すフローチャートである。

【図4】 移動枠及び電源オン枠の処理内容を示す概念*

*図である。

【図5】 地域枠の処理内容を示す概念図である。

【図6】 高度枠の処理内容を示す概念図である。

【図7】 擬似距離残差チェックの処理内容を示す概念図である。

【図8】 RAIMの処理内容を示す概念図である。

【図9】 GPS受信機の構成を示すブロック図である。

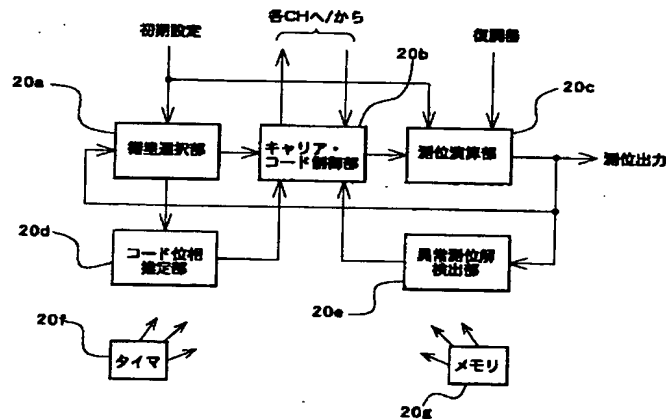
【図10】 相関ピーク検出動作を示す図であり、特に（a）は相関値と相関判定しきい値の関係を、（b）はGPS受信機内で発生させるスペクトル逆拡散コードを、（c）はスペクトル逆拡散コードとコード位同期している状態におけるC/Aコードを、（d）はそうでない状況におけるC/Aコードを、（e）は他のGPS衛星に係るC/Aコードをそれぞれ示す図である。

【図11】 弱信号時の相関ピークを示す図である。

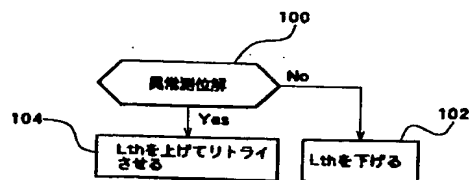
【符号の説明】

10 相関器、12 コード発生器、14 復調器、20 処理制御部、20a 衛星選択部、20b キャリア・コード制御部、20c 測位演算部、20d コード位相推定部、20e 異常測位検出部、20f タイマ、20gメモリ、Lth 相関判定しきい値。

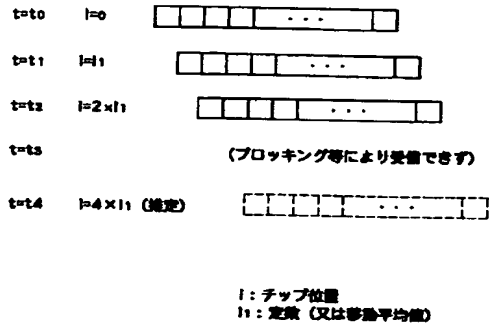
【図1】



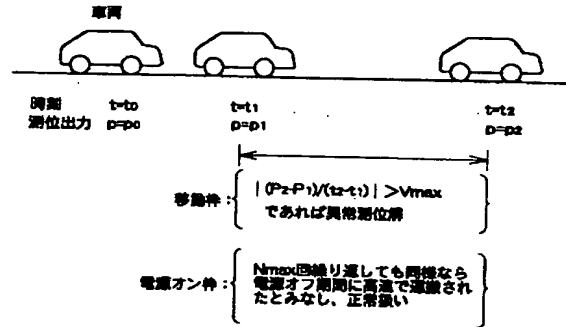
【図3】



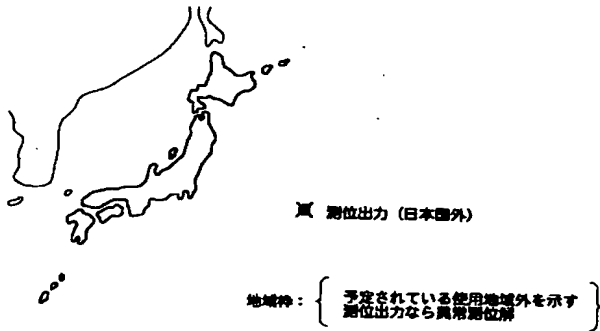
【図2】



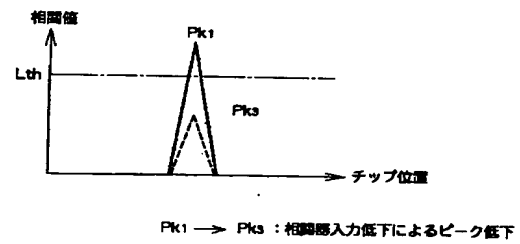
【図4】



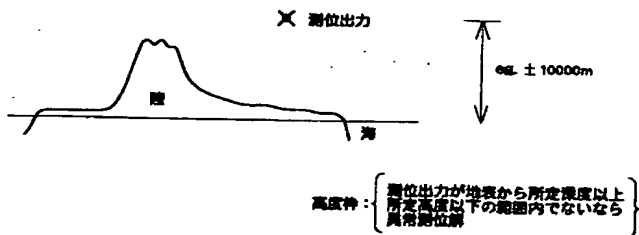
【図5】



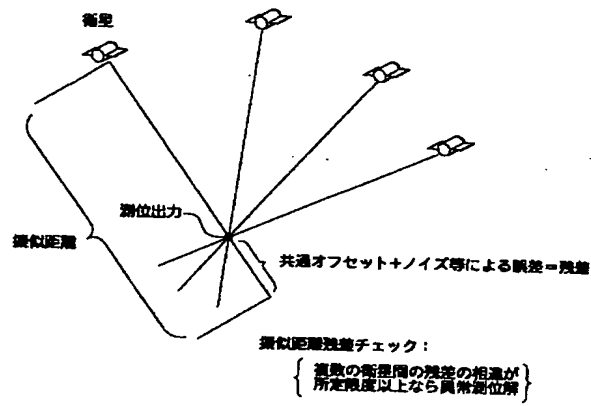
【図11】



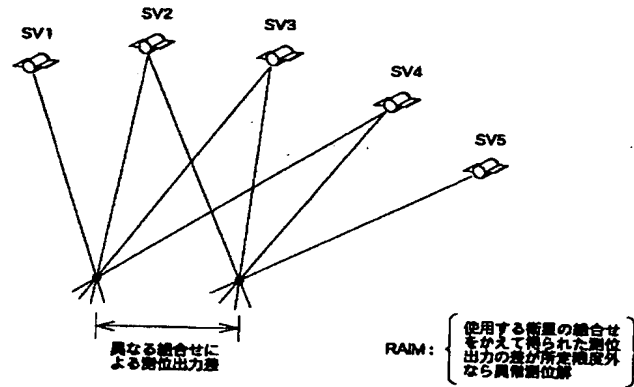
【図6】



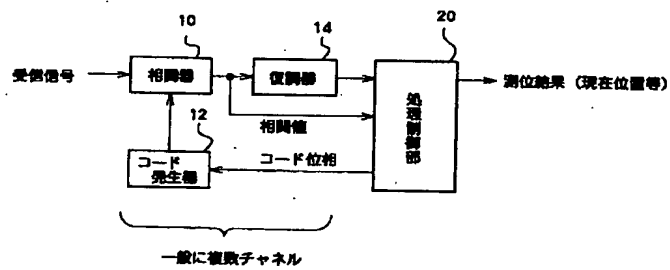
【図7】



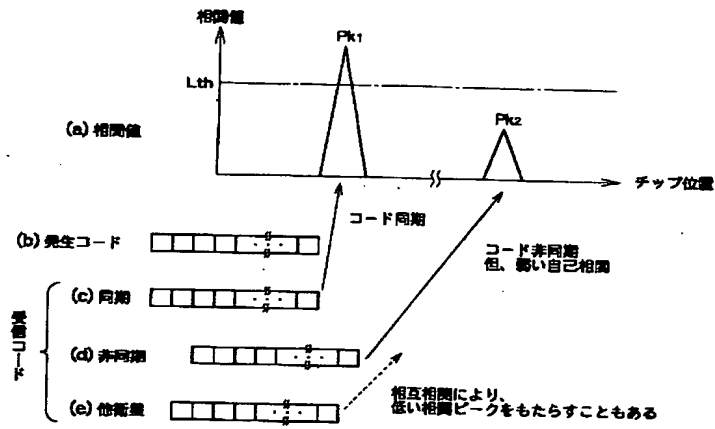
【図8】



【図9】



【図10】



*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the positioning method of establishing the code phase simulation of the spectrum back-diffusion-of-electrons code to the input signal from a positioning satellite, and performing positioning. In addition, in this application, the bodies including living things, such as vehicles, a vessel, and an aircraft, and human being, which can move positioning equipment are generically called a "mobile." Moreover, the conveyance and the cellular phone of positioning equipment by the mobile are generically called "loading" to the mobile. Furthermore, although GPS (Global Positioning System) is illustrated as an example of a positioning system, this invention is applicable also to the system of the other type accompanied by the positioning processing using the prehension and tailing by the correlation judging with a spectrum back-diffusion-of-electrons code, and its result. There is WADGPS (Wide Area Differential GPS) reinforced by SBAS (s) (Satellite-Based Argumentation System), GNSS(s) other than GPS (Global Navigation Satellite System), GNSS reinforced by various systems, for example, WAAS etc., (Wide Area Argumentation System), etc., as the kind of a system. Therefore, an INMARSAT (International Mobile Satellite Organization) satellite besides a GPS Satellite etc. may correspond to the "positioning satellite" in this application. Although the C / the A (Coarse Acquisition) code in GPS are illustrated as an example of a spectrum (reverse) diffusion code, a principle top is applicable also to the P (Precision) code.

[0002]

[Description of the Prior Art] In GPS, the signal which shows data, such as transmitting time of day of the signal, an orbit of the GPS Satellite of a transmitting agency, and an orbital calendar (outline orbit) of each GPS Satellite, to the GPS receiver carried in the mobile from the GPS Satellite on an orbit around the earth is transmitted. This signal is the C / the A code of a proper (or P code.) to that GPS Satellite by the GPS Satellite of a transmitting agency. the following -- being the same -- since it is the signal which performed the spread-spectrum modulation to depend, in order to use the information included in the signal transmitted from the GPS Satellite in a GPS receiver, the spectrum back-diffusion-of-electrons modulation of the input signal from a GPS Satellite must be carried out first, and it must restore to data after an appropriate time. Moreover, the pseudo range from the GPS Satellite of a transmitting agency to a GPS receiver must be correctly measured using the data to which it restored to measure the location of GPS *****, as a result its loading place mobile (it positions).

[0003] Therefore, in a GPS receiver, after choosing the GPS Satellite more than the necessary number used for positioning, the spectrum back-diffusion-of-electrons code corresponding to the C/A code concerning the selected GPS Satellite is generated by the code generator, and correlator detects correlation with the spectrum back-diffusion-of-electrons code and input signal. The generating phase (it is only hereafter called a "code phase") of the spectrum back-diffusion-of-electrons code in a code generator is controlled by the GPS receiver so that a correlation peak is detected by correlator, namely, so that the code phase simulation of the spectrum back-diffusion-of-electrons code to an input signal is established. Since the input signal by which the spectrum back-diffusion-of-electrons modulation was

carried out is obtained from correlator in the condition that code phase simulation is established correctly, it is possible to supply a correlator output to a demodulator and to restore to the data from a GPS Satellite. Moreover, the pseudo range from the GPS Satellite of a transmitting agency to a GPS receiver can be found by combining the code phase in the condition that code phase simulation is established correctly with the data recovered from the input signal.

[0004] The portion relevant to code phase simulation is shown in drawing 9 the circuit of a GPS receiver, and among software. Although the GPS receiver builds in two or more receiving channels, it is usually drawing only one channel here for simplification of illustration. Moreover, the processing control section 20 offers generalization-functions relevant to two or more receiving channels, such as control to two or more receiving channels, positioning processing based on the information acquired from two or more receiving channels, and an output of the current position obtained as a result, to correlator 10, the code generator 12, and the demodulator 14 belonging to the receiving channel according to individual among the function part material of illustration. Furthermore, the "input signal" in drawing is a signal processed in the circuit of the preceding paragraph which is received by the GPS antenna which is not illustrated and constitutes a receiving channel, and which is not illustrated.

Although the member of correlator 10 grade is prepared corresponding to I of the input signal supplied from the circuit of the preceding paragraph, and Q each component, it is omitting illustration here. And the circuit and software of illustration are realizable as software mounted in an integrated circuit and it.

[0005] In case positioning is performed, the processing control section 20 chooses the GPS Satellite first used for positioning. The processing control section 20 makes it generate by the code generator 12, and makes the spectrum back-diffusion-of-electrons code corresponding to the C/A code currently used for the spread-spectrum modulation with the selected GPS Satellite input into correlator 10. Correlator 10 detects correlation with this spectrum back-diffusion-of-electrons code and input signal.

[0006] The C/A code used for a spread-spectrum modulation with each GPS Satellite is pseudonoise code belonging to the sequence called a gold sign, and is set to become peculiar for every GPS Satellite. Moreover, the code length is [1.023MHz and the period of 1023 chips and a rate] 1msec(s). Therefore, in the condition that the input signal the spread-spectrum modulation is carried out [the input signal] by the C/A code corresponding to the spectrum back-diffusion-of-electrons code generated by the code generator 12 is inputted into correlator 10, and the phase (chip location) of the spectrum back-diffusion-of-electrons code is in agreement with the phase (chip location) of the C/A code, the correlation detected with correlator 10 greets a peak.

[0007] The processing control section 20 catches the GPS Satellite used for positioning detecting the code phase from which the correlation which the code phase in the code generator 12 is changed based on the output of correlator 10, and is detected with correlator 10 serves as a peak, i.e., by establishing code phase simulation. Moreover, the processing control section 20 follows the GPS Satellite used for positioning by following change of the phase of the C/A code in an input signal, and changing the code phase in the code generator 12. A demodulator 14 recovers the data transmitted from the GPS Satellite from the input signal (output of correlator 10) in the condition that code phase simulation is established, and supplies it to the processing control section 20. Using the data to which it restored with the code phase and demodulator 14 in the condition that code phase simulation is established, the processing control section 20 performs positioning by the well-known principle, and, as a result, outputs the information on the slack current position etc.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the comparison with the output of correlator 10 and a predetermined correlation judging threshold had detected the correlation peak in the output of correlator 10 by the processing control section 20, there was a case where the code phase (chip location) in which a correlation peak appears was undetectable in the conventional GPS receiver.

[0009] First, the horizontal axis of drawing 10 (a) shows the code phase (chip location) in the code generator 12, and the axis of ordinate shows the output of correlator 10 notionally. As shown in this drawing (c), when the code phase of the output ("generating code" in drawing) of the code generator 12 shown in drawing 10 (b) is in agreement with the code phase of the C/A code ("receiving code" in

drawing) concerning an input signal, in the chip location, the strong correlation peak Pk1 shown in the output of correlator 10 all over this drawing (a) appears. On the other hand, as the code phase of a generating code shows drawing 10 (d), even if it is the case of not being in agreement with the code phase of a receiving code The weak correlation peak Pk2 shown in this drawing (a) may appear (peak by the weak autocorrelation). Moreover, the same weak correlation peak Pk2 may appear also between the input signals from a different GPS Satellite from the satellite applied to a generating code as shown in this drawing (e) (peak by the cross-correlation between different-species codes).

[0010] detection of the correlation peak Pk2 by such cause -- with, treating as that by which the phase simulation of the generating code to a receiving code was established -- if -- it not only cannot find a pseudo range correctly by the processing control section 20, but right data is not obtained from a demodulator 14, either, therefore it cannot ask for the current position correctly by the processing control section 20. Therefore, in order to protect detecting the correlation peak Pk2 by the autocorrelation in a different chip location, or the cross-correlation with a different-species code, and shifting to tailing actuation from the former, as shown in drawing 10 (a), set up the correlation judging threshold Lth so that it might become it is higher than the correlation peak Pk2, and lower than the correlation peak Pk1, and the output of correlator 10 has exceeded this correlation judging threshold Lth -- with, he was trying to treat as code phase simulation establishment

[0011] However, the loss of power of correlator 10 may be produced also at the time of the weak signal with which the input-signal input level to correlator 10 is declining by a certain cause. That is, at the time of a weak signal, in spite of having detected correlation with the input signal from the GPS Satellite which it is going to catch in the right chip location, the output of correlator 10 may become lower than the correlation judging threshold Lth, as drawn as Pk3 into drawing 11. The correlation peak Pk3 by this weak signal is undetectable depending on the comparison with the correlation judging threshold Lth.

[0012] It makes as a technical problem that this invention solves such a trouble, even if it is at the weak signal time, the code phase concerning code phase simulation can be detected correctly, therefore electric wave environment makes it the purpose to enable it character and to position quickly like the city area also in the area which is not good.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to attain such a purpose, this invention Choose a positioning satellite more than the necessary number, and code phase simulation is established through a correlation judging with a spectrum back-diffusion-of-electrons code to an input signal from a selected positioning satellite. In a positioning method which derives a positioning result including the current position based on data which restores to an input signal by which code phase simulation was established, and is obtained, and a code phase at the time of code phase simulation establishment So that it may become comparatively high when it becomes comparatively low when it judges whether code phase simulation is established correctly based on a positioning result and judged with code phase simulation being established correctly, otherwise, judged It is characterized by carrying out an adaptation setup according to a result of the above-mentioned judgment of a correlation judging threshold used for the above-mentioned correlation judging.

[0014] That is, in such a case, a correlation judging threshold is lowered [in / since it can consider that code phase simulation is maintainable with a phase similarly / after that for the time being / to a code phase at that time near it if established once correctly / code phase simulation / this invention], and it can be made to carry out establishment maintenance of the code phase simulation correctly [in a weak signal]. Moreover, in this invention, when code phase simulation is not established correctly, it has prevented detecting a weak autocorrelation in a different chip location, or a cross-correlation with a different-species code accidentally by raising a correlation judging threshold. Furthermore, this invention can be carried out in this invention, without giving a major change and an addition to a processing facility carried from the former, since it has judged whether code phase simulation is established correctly based on a positioning result obtained for positioning equipment itself which is the execution environment of this invention (namely, he has an input of special information, and no

activation of a special operation).

[0015] Moreover, as a method of judging whether code phase simulation being established correctly based on a positioning result when positioning equipment is carried in a mobile, when physical condition with a low possibility that it will be realized or a positioning result cannot be realized by mobile of a loading place is shown in the 1st, a method of judging with code phase simulation not being established correctly is in it. The example is a below-mentioned migration frame (and power supply ON frame as the exception handling) and a below-mentioned altitude frame. When an operating environment by which a positioning result is not planned about a mobile of a loading place the 2nd is shown, there is a method of judging with code phase simulation not being established correctly. The example is a below-mentioned local frame and a below-mentioned altitude frame. When conflict about physical relationship with a positioning satellite used for the 3rd in order that a positioning result might derive the positioning result is shown, there is a method of judging with code phase simulation not being established correctly. The example is the below-mentioned pseudo range remainder check. When conflict to a result of processing by which a positioning result was separately performed by the 4th is shown, there is a method of judging with code phase simulation not being established correctly. The example is the below-mentioned RAIM.

[0016] Furthermore, in case an adaptation setup of the correlation judging threshold is carried out according to a result of a judgment based on a positioning result as mentioned above, a correlation judging threshold is preferably set up for every positioning satellite. Furthermore, about a code phase with high probability for code phase simulation to be established in the present or a near future, it can presume for every selected positioning satellite based on an establishment condition of code phase simulation in it or before. Therefore, in this invention, an adaptation setup of the correlation judging threshold is carried out so that probability for code phase simulation to be established in a current or near future may become lower than other code phases about a high code phase preferably according to a result of the presumption. By these, -izing of the judgment based on a positioning result about whether code phase simulation is established correctly can be carried out [exact] more.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the suitable operation gestalt of this invention is explained based on a drawing. In addition, since this invention can be carried out under the equipment environment shown in drawing 9 , it assumes the equipment environment shown in drawing 9 in the following explanation.

[0018] The functional configuration of the processing control section 20 in 1 operation gestalt of this invention is shown in drawing 1 . Satellite selection section 20a chooses among drawing the GPS Satellite which should be used for positioning more than the necessary number. This selection is performed based on the location or the last positioning output slack location initialized by the user, and the orbital calendar information memorized by memory 20g. Moreover, when carried in mobiles, such as vehicles, four or more GPS Satellites are chosen for three-dimensions positioning. When carried in the mobile which can be regarded as the altitude being always fixed like a vessel, since 2-dimensional positioning is sufficient, the selection number can also be made into three pieces.

[0019] Carrier code control-section 20b controls the carrier generator and the code generator 12 which are not illustrated to be able to carry out the establishment maintenance of the synchronization to an input signal. Especially, on the occasion of control of the code generator 10, the spectrum back-diffusion-of-electrons code corresponding to the C/A code concerning the GPS Satellite chosen by satellite selection section 20a is first generated by the code generator 12 of each receiving channel. Furthermore, the code phase from which a correlation peak is acquired is detected by measuring the output of correlator 10 with the correlation judging threshold L_{th} , controlling the code phase in the code generator 12. After catching the target GPS Satellite by this and passing through procedure, such as making small the modification unit of the code phase in the code generator 12, correlation peak detection and code phase control are performed succeedingly, and the caught GPS Satellite is followed.

[0020] While positioning operation part 20c obtains the code phase in a code phase simulation condition from carrier code control-section 20b, it inputs the data to which it restored with the demodulator 14,

computes a pseudo range, the current position, etc. based on them, and outputs the result. In addition, timer 20f in drawing, it is the member which determines the timing of a GPS receiver of operation, and the timing is generated based on the output of the criteria oscillator usually prepared out of the processing control section 20. Memory 20g in drawing is memory by which orbital calendar information and various kinds of setting information are stored in first stage, or collection storage is carried out after initiation of operation.

[0021] A characteristic portion is mainly each portion relevant to them to abnormality positioning solution detecting-element 20e and 20d list of code phase presumption sections among the functional configurations shown in drawing 1. 20d of code phase presumption sections presumes transition of the code phase in the period when the signal from a GPS Satellite is blocked by the building, the tree, the tunnel, etc. from transition of the code phase in the period before it. for example, the moving average deviation of the code phase which code phase simulation established about the predetermined period before it, for example, the period of time-of-day $t=t_0-t_2$, when the signal from a certain GPS Satellite was not able to be received or caught by time-of-day $t=t_3$, as shown in drawing 2 etc. -- asking -- it -- with -- for example, time-of-day $t=t_3$ or the code phase in t_4 is presumed. Based on this presumed result, carrier code control-section 20b is operated, Changing the code phase in the code generator 12 by making into importance near the code phase presumed especially, and by making the value of the correlation judging threshold L_{th} low compared with other phases about the presumed code phase and its neighborhood In response to the effect of blocking, code phase simulation is correctly [quickly and] establishable with a weak signal and the signal which has become.

[0022] Abnormality positioning solution detecting-element 20e detects the abnormality positioning solution under positioning output obtained by positioning operation part 20c. The positioning result a possibility that **** which cannot realize an abnormality positioning solution here by the loading place mobile of a GPS receiver will be realized indicates the physical condition that it can be considered that it is few to be, The positioning result which shows the operating environment which is not planned about the mobile of a loading place, The thing of positioning results which bring about rational misgiving about whether code phase simulation is established correctly, such as a positioning result which shows the conflict about physical relationship with the GPS Satellite used in order to derive the positioning result, and a positioning result which has conflict among other positioning results, is said. The point noted with this operation gestalt is a point that such an abnormality positioning solution is brought about, when low "peak" which appeared in the output of correlator 10 by the weak autocorrelation in a different chip location or the cross-correlation with a different-species code is accidentally detected as a correlation peak. The correlation judging threshold L_{th} is raised according to abnormality positioning solution detection, and an abnormality positioning solution is eliminated, and when that is not right, the correlation judging threshold L_{th} is lowered and it enables it to catch a weak signal from this point paying its attention with this operation gestalt.

[0023] That is, as shown in drawing 3, abnormality positioning solution detecting-element 20e performs detection of an abnormality positioning solution based on the information memorized by the output outputted from positioning operation part 20c, and memory 20g (100). When an abnormality positioning solution is not detected, it orders so that it can catch and follow also by the weak signal, and the correlation judging threshold L_{th} may be made into a sufficiently low value to carrier code control-section 20b (102). On the contrary, when an abnormality positioning solution is detected, the correlation judging threshold L_{th} is made into a higher value, and code phase simulation establishment actuation is performed again (104). Thus, the abnormality positioning solution produced since code phase simulation has been established in the chip location which mistook the correlation judging threshold L_{th} by making code phase simulation establishment actuation rerun as a higher value at the time of abnormality positioning solution detection, and the abnormality positioning solution produced when established accidentally [phase simulation / code] between the input signals concerning other GPS Satellites can be eliminated, and an exact positioning result can obtain. Moreover, since he is trying to lower the correlation judging threshold L_{th} when having not detected the abnormality positioning solution, a weak signal can also be caught.

[0024] As abnormality positioning solution detection logic which can be adopted by abnormality positioning solution detecting-element 20e, the following can be hung up at least.

[0025] First, when a high speed with difficult implementation is shown or the positioning result obtained by positioning operation part 20c cannot be realized by the mobile since a maximum is in the speed which the mobile can usually take when the GPS receiver is carried in the mobile, this can be treated as an abnormality positioning solution. In this application, detection of the abnormality positioning solution by such logic is called a migration frame. For example, as shown in drawing 4, the positioning output in time-of-day $t=t_1$ presupposes that location $P=P_1$ was shown. Moreover, the positioning output in time-of-day $t=t_2$ presupposes that location $P=P_2$ was shown. In this case, if it is $|(P_2-P_1)/(t_2-t_1)| > V_{max}$, positioning output slack location $P=P_2$ in time-of-day $t=t_2$ can be recognized as it being an abnormality positioning solution. Then, the correlation judging threshold L_{th} concerning each GPS Satellite used for deriving a location P_2 is raised. In addition, V_{max} in this formula is the highest speed which can be realized by the mobile of a loading place. If loading place mobiles are vehicles, it will consider as $360 \text{ km/h} = 100 \text{ m/s}$, for example. Moreover, when positioning processing is being performed periodically, the division by time amount is removed from the left part of a top type, the right-hand side is transposed to the maximum location change from full speed V_{max} , and it is good also as a comparison with the location change and the maximum location change in a positioning execution cycle. Furthermore, it is possible to detect the Doppler change which has appeared from the GPS Satellite to the signal, and to detect an abnormality positioning solution for the passing speed obtained as a result as compared with the location change per unit time amount.

[0026] Moreover, power supply ON frame processing can be hung up as processing which makes the exception of a migration frame. It is the processing which this considers that is that by which the loading place mobile was carried at high speed while the power supply of a GPS receiver turned off, when the judgment with an abnormality positioning solution arose [N_{max} time (natural number beyond $N_{max}:2$)] continuously in the judgment actuation concerning a migration frame, and is treated as what is not an abnormality positioning solution. For example, it will be judged with it being an abnormality positioning solution, since it is migration length per [which the mobiles of a loading place are vehicles and must have been realized in having made it run the vehicles in processing concerning a migration frame since the migration length by conveyance was comparatively / with the short time amount which conveyance takes / large when carried by high-speed mobiles, such as an aircraft,] unit time amount. If the processing facility concerning a power supply ON frame is carried, being regarded as an abnormality positioning solution by processing concerning a migration frame will decrease.

[0027] as the processing for detecting an abnormality positioning solution -- further -- an area -- a frame -- there is processing. This processing is processing which treats that positioning result as an abnormality positioning solution, when the planned use site region of that GPS receiver or a loading place mobile is assumed beforehand and the positioning result which shows the location outside that planned use site is obtained. For example, if a GPS receiver is carried in the vehicles of the Japan specification, it can be said that Japan is assumed as a planned use site region. If the positioning result which shows a Japanese outside the country one is then obtained as shown in drawing 5, suppose that this is treated as an abnormality positioning solution by processing concerning a local frame. Moreover, although loading place mobiles are land vehicles, when the positioning result which shows an ocean top is obtained, suppose that it treats as an abnormality positioning solution with a local frame. Although a loading place mobile is a vessel, when the positioning result which shows a continent top is obtained, let this be an abnormality positioning solution. About the GPS Satellite used for derivation of an abnormality positioning solution, the correlation judging threshold L_{th} is made high. Thus, an abnormality positioning solution is detectable with detection of conflict with the operating environment of a GPS receiver or a mobile.

[0028] As detection processing of an abnormality positioning solution, there is an altitude frame further. That is, since the altitude or depth which the information which starts altitude or depth as a positioning result in a GPS receiver can be acquired, and a loading place mobile may reach has the limit according to the class of the mobile etc., when the altitude beyond the limit concerned is obtained by positioning, it

can detect it as an abnormality positioning solution. A processing facility for that is called an altitude frame. For example, although the mobiles of a loading place are land vehicles, when the positioning result of the altitude of 10000m is obtained, the positioning result is treated as an abnormality positioning solution. the same -- deep sea -- although it is not the ** craft, either, when the positioning result of the depth of 10000m is obtained, the positioning result is treated as an abnormality positioning solution (refer to drawing 6). About the GPS Satellite used for derivation of an abnormality positioning solution, the correlation judging threshold Lth is made high.

[0029] As processing for detecting an abnormality positioning solution, a pseudo range remainder check can be raised further. First, the difference of the transmitting time of day of the signal from a GPS Satellite and the receipt time of the signal in a GPS receiver expresses the time amount which the signal propagation from a GPS Satellite to a GPS receiver takes. Therefore, the distance from a GPS Satellite to a GPS receiver can be acquired by multiplying this time amount by the velocity of light. Among transmitting time of day and the receipt time, it is transmitted as data from a GPS Satellite, and transmitting time of day can be obtained from the clock carried in the GPS Satellite being very highly precise in a high precision. However, the receipt time is the information based on the clock generated in a GPS receiver, and since this clock is not so exact, the information which gives the "receipt time" of the signal from each GPS Satellite in a GPS receiver has the uniform error component common to each GPS Satellite. This is called the common offset in the GPS receiver. Furthermore, the error by a noise etc. is also included in the "receipt time" in a GPS receiver. Therefore, in addition to the common offset common to each GPS Satellite, the error according to individual by a noise etc. will be included in the pseudo range found in a GPS receiver (refer to drawing 7). the error (rate) which adds the error by these common offset, a noise, etc., and is acquired (or -- further -- this -- a pseudo range -- *(ing)) is called the pseudo range remainder. as a result, the difference of the pseudo range [a pseudo range remainder check compares this pseudo range remainder between the GPS Satellites currently used for positioning, and] remainder between GPS Satellites is beyond a predetermined limit -- with, it is the processing judged to be an abnormality positioning solution. About the GPS Satellite used for derivation of an abnormality positioning solution, the correlation judging threshold Lth is made high. Thus, an abnormality positioning solution is also detectable using conflict of the physical relationship of a positioning result and a GPS Satellite. In addition, please refer to JP,11-83978,A etc. about a false distance remainder check.

[0030] There is processing which becomes RAIM as a method of further others of detecting an abnormality positioning solution. RAIM is processing which carries out the mutual comparison of two or more kinds of positioning results, and makes the correlation judging threshold Lth high about the GPS Satellite which regarded it as the abnormality positioning solution when conflict in the meantime was detected, and was used for derivation of an abnormality positioning solution. For example, as shown in drawing 8 , four GPS Satellites SV1-SV4 are chosen, and positioning processing is performed, and suppose that a certain positioning result was obtained. Other combination, for example, the combination of GPS Satellites SV2-SV5, is used for coincidence, and positioning processing is performed, and suppose that another positioning result was obtained. If code phase simulation was correctly established about all GPS Satellites SV1-SV5 and it restored to data correctly, a remarkable difference will not appear between both positioning results. However, the difference which cannot be disregarded will appear, when having not established code phase simulation exact about one of GPS Satellites. In the abnormality positioning solution detection using RAIM, when two or more kinds of positioning results are obtained in this way and the difference beyond a predetermined limit is among them, the judgment with an abnormality positioning solution is made. In addition, since a total of five kinds of combination of four satellites can be set up if it is in the condition which is catching and following five GPS Satellites at coincidence while what is necessary is to face three-dimensions positioning as mentioned above, and just to be able to catch and follow four GPS Satellites, a principle top can obtain five kinds of positioning results. Therefore, the comparison between the above positioning results can be performed easily.

[0031] In addition, although JP,7-140224,A has the publication about a setup the whole adjustable

control and satellite of a correlation judging threshold, this is a setup according to not a positioning result but an elevation angle. Moreover, if a correlation judging threshold is carried out from there being a publication of the purport set up more highly than a noise level, about the point which makes a correlation judging threshold low and enables it to catch a weak signal, it should admit not having even suggestion.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Choose a positioning satellite more than the necessary number, and code phase simulation is established through a correlation judging with a spectrum back-diffusion-of-electrons code to an input signal from a selected positioning satellite. In a positioning method which derives a positioning result including the current position based on data which restores to an input signal by which code phase simulation was established, and is obtained, and a code phase at the time of code phase simulation establishment So that it may become comparatively high when it becomes comparatively low when it judges whether code phase simulation is established correctly based on a positioning result and judged with code phase simulation being established correctly, otherwise, judged A positioning method characterized by carrying out an adaptation setup according to a result of the above-mentioned judgment of a correlation judging threshold used for the above-mentioned correlation judging.

[Claim 2] In a positioning method performed by the positioning equipment which is the positioning method according to claim 1, and was carried on a mobile Physical condition with a low possibility that it will be realized or a positioning result cannot be realized by mobile of a loading place, Conflict about physical relationship with a positioning satellite used in order to derive an operating environment which is not planned about the mobile, and its positioning result, Or a positioning method characterized by judging with code phase simulation not being established correctly when conflict to a result of processing performed separately is shown.

[Claim 3] In a positioning method according to claim 1 or 2, probability for code phase simulation to be established in a current or near future a high code phase So that it may presume for every positioning satellite and probability for code phase simulation to be established in the present or a near future may become lower than other code phases about a high code phase based on an establishment condition of code phase simulation in it or before A positioning method characterized by carrying out an adaptation setup according to a result of the above-mentioned presumption of a correlation judging threshold.

[Claim 4] Choose a positioning satellite more than the necessary number, and code phase simulation is established through a correlation judging with a spectrum back-diffusion-of-electrons code to an input signal from a selected positioning satellite. In a positioning method which derives a positioning result including the current position based on data which restores to an input signal by which code phase simulation was established, and is obtained, and a code phase at the time of code phase simulation establishment Probability for code phase simulation to be established in a current or near future a high code phase So that it may presume for every selected positioning satellite based on an establishment condition of code phase simulation in it or before and probability for code phase simulation to be established in the present or a near future may become lower than other code phases about a high code phase A positioning method characterized by carrying out an adaptation setup according to a result of the above-mentioned presumption of a correlation judging threshold used for the above-mentioned correlation judging.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

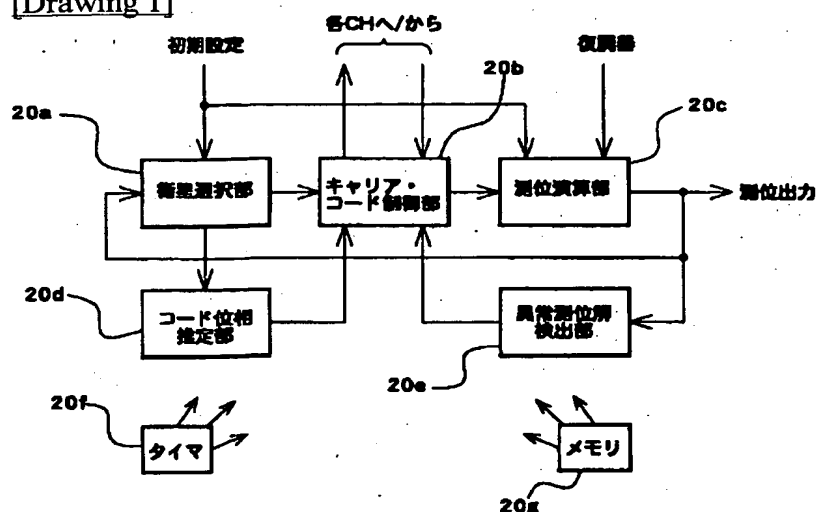
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

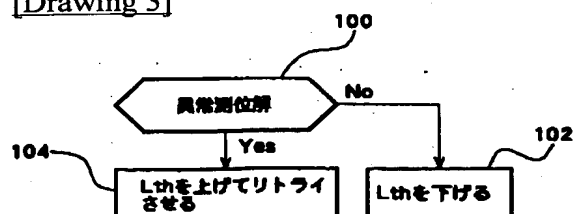
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

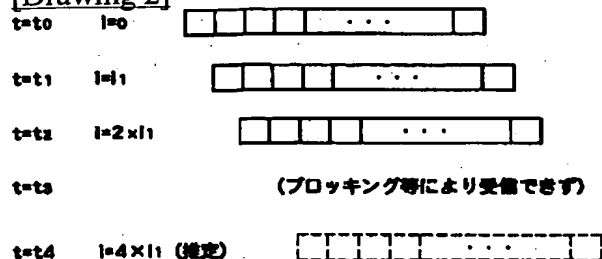
[Drawing 1]



[Drawing 3]

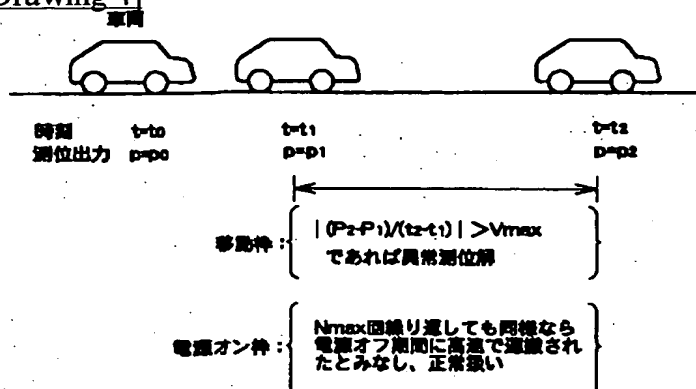


[Drawing 2]

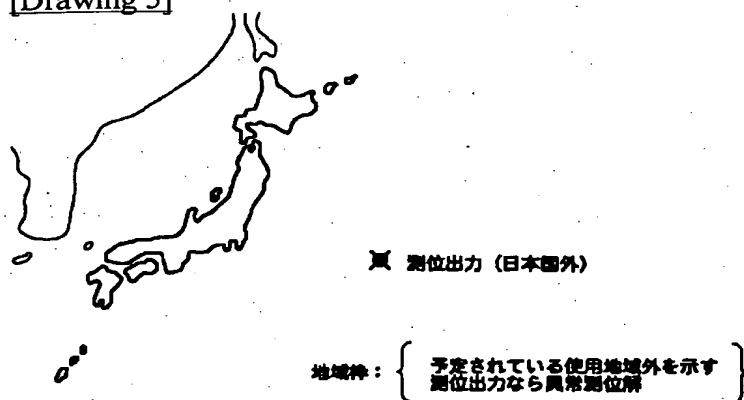


l: チップ位置
l1: 定数 (又は移動平均値)

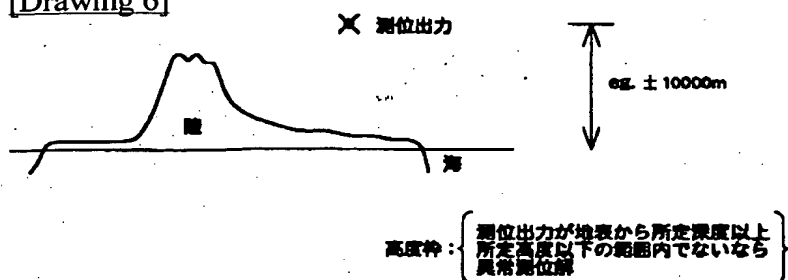
[Drawing 4]



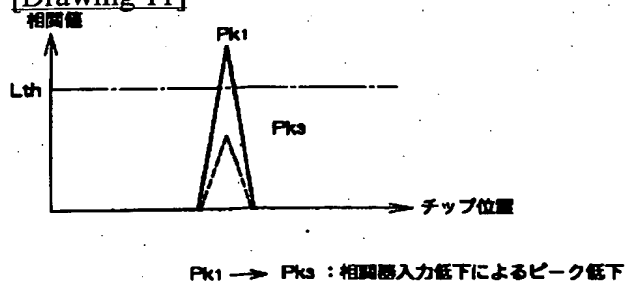
[Drawing 5]



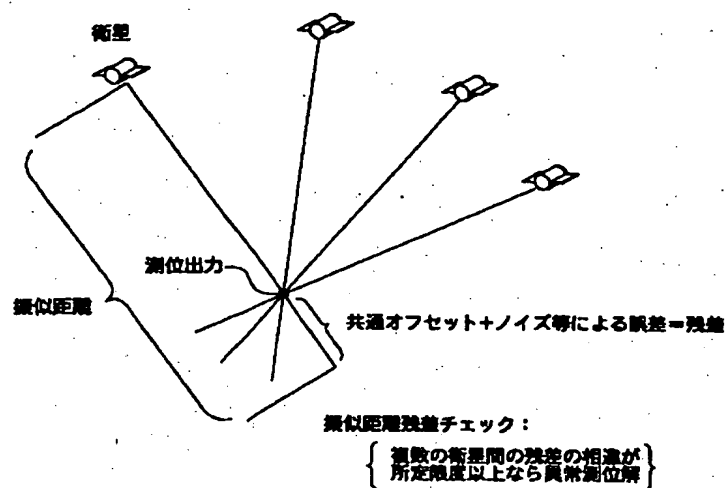
[Drawing 6]



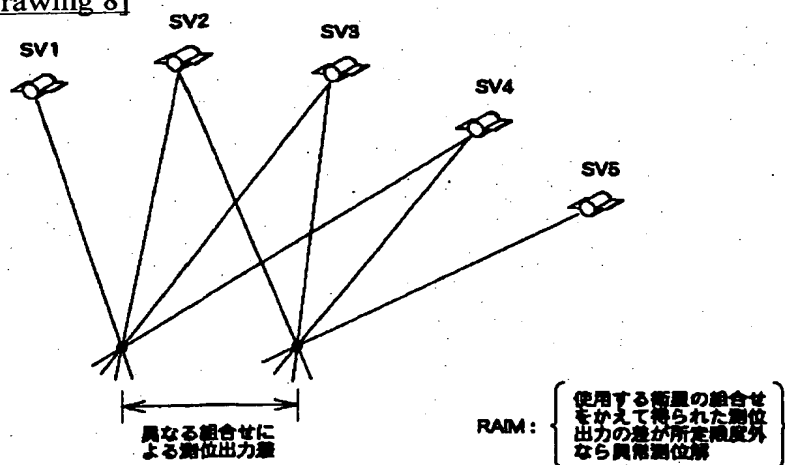
[Drawing 11]



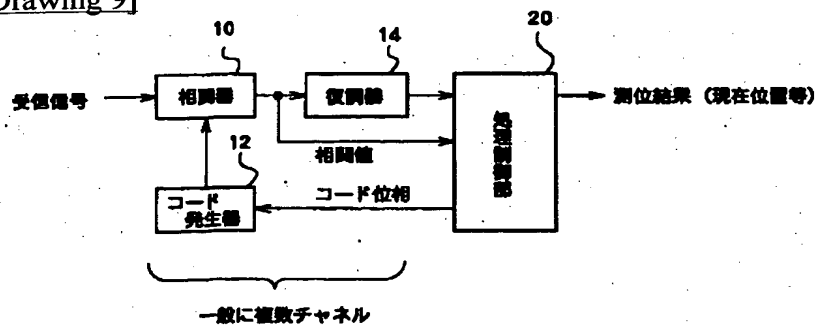
[Drawing 7]



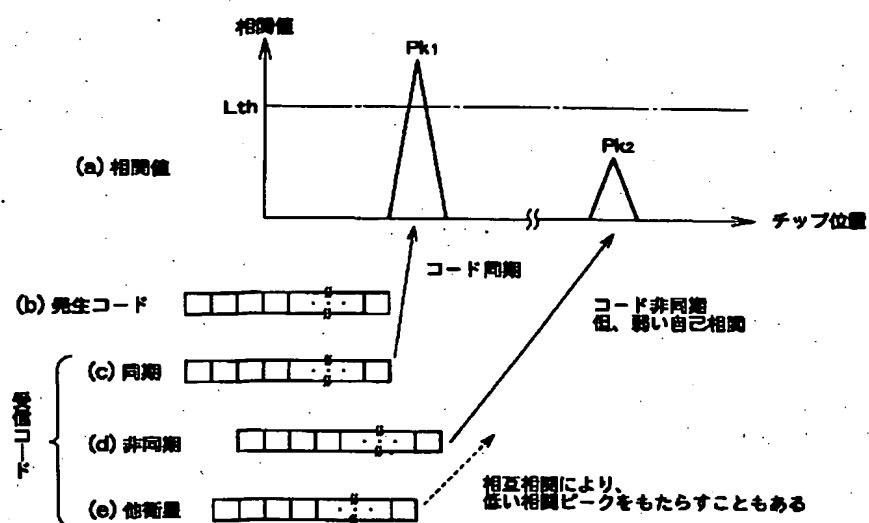
[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]